

LASER TRIMMING METHOD

Patent number: JP6318675
Publication date: 1994-11-15
Inventor: OKAWA MAKOTO; others: 02
Applicant: NIPPONDENSO CO LTD
Classification:
- International: H01L27/04
- european:
Application number: JP19930105296 19930506
Priority number(s):

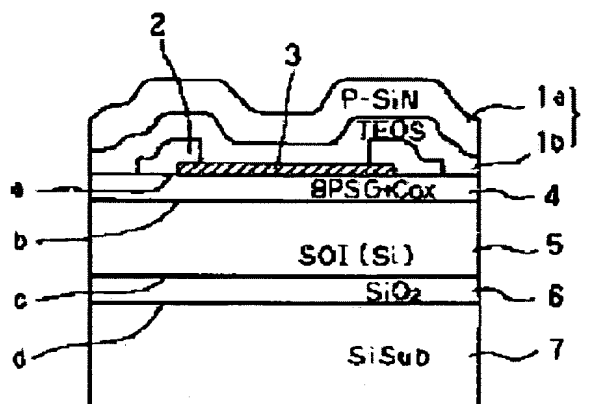
Abstract of JP6318675

PURPOSE: To restrain the energy fluctuation of light reflected from the lower layer of a thin film resistor, by making the laser light for adjusting the resistance value of a thin film resistor have a wavelength range larger than or equal to a specific value from the center wavelength of the laser light.

CONSTITUTION: In this laser trimming method, the resistance value of a thin film resistor 3 in a semiconductor device in which a lower layer film 6 and the thin film resistor 3 are formed in order on a substrate 7 is adjusted. The laser light having a center wavelength λ is made to have wavelength width of

$\Delta\lambda = \lambda > \lambda < 2\lambda / K \cdot n \cdot d$ where (d) is the thickness of the lower layer film 6 of the thin film resistor, (n) is the refractive index of the film 6, and K is an arbitrary constant which is determined by the degree of influence of the lower layer film 6 upon the absorption ratio of laser light energy of the thin film resistor 3.

Thereby the fluctuation of energy of the reflected light from the interface under the lower layer film 6 caused by the laser light penetrating the thin film resistor 3 and the lower layer film 6 is restrained.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

NOT AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-318675

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 27/04

識別記号

V 8427-4M

P 8427-4M

C 7425-4E

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

// B 2 3 K 26/00

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-105296

(22)出願日 平成5年(1993)5月6日

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 大川 誠

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72)発明者 飯田 真喜男

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72)発明者 神谷 哲章

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

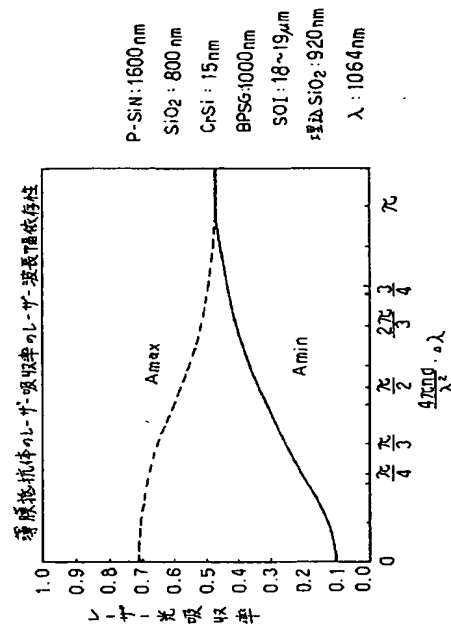
(74)代理人 弁理士 碓氷 裕彦

(54)【発明の名称】 レーザートリミング方法

(57)【要約】

【目的】 薄膜抵抗体でのレーザー光エネルギーの吸収率の変動を抑えられるレーザートリミング方法を提供する。

【構成】 SOI層の膜厚をd、屈折率をnとし、レーザー光の中心波長をλとして、そのレーザー光に、 $\Delta\lambda \geq \lambda^2 / 16 \cdot n d$ という波長幅Δλをその中心波長λから持たせるようにする。そしてこのレーザー光を用いてSOI構造を有する半導体素子上に配設された薄膜抵抗をトリミングする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に下層膜および薄膜抵抗体を順次形成するようにした半導体装置の該薄膜抵抗体の抵抗値を調整するレーザートリミング方法であって、該レーザー光は、

前記薄膜抵抗体の下層膜の膜厚を d 、屈折率を n とし、また、前記レーザー光の中心波長を λ とし、前記下層膜が前記薄膜抵抗体の前記レーザー光エネルギーの吸収率に与える影響の度合いによって決まる任意の数を K として、

$$\Delta\lambda \geq \lambda^2 / K \cdot n d$$

となる前記中心波長 λ からの波長幅 $\Delta\lambda$ を有することを特徴とするレーザートリミング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、オンチップ薄膜抵抗体のレーザートリミングに関し、特にSOI (Silicon On Insulator) 層を有する半導体装置の薄膜抵抗体の抵抗値調整に用いた場合に好適である。

【0002】

【従来技術】従来、抵抗体を半導体基板上に薄膜抵抗として搭載することで、半導体素子の小型化および低コスト化が可能となっている。この薄膜抵抗の抵抗値の調整方法としては、レーザー光を照射して薄膜抵抗体を切断し抵抗値を調整するレーザートリミング法が一般的である。

【0003】また、半導体素子としては、より高速化と高集積化の要求が高まっている。そして、この要求を満たすべく考案されたものが、素子を酸化シリコン等で分離したSOI層を有する半導体素子である。これは、酸化シリコン等の絶縁膜により基板と素子部とが分離されているため、基板と素子間の容量が小さくなり高速化が可能となることと、絶縁層により分離層を設けるようにして、素子を積層化することで三次元ICを実現できるなどの高集積化が可能となるといったものである。

【0004】そして、このSOI構造を有する半導体素子上に上記薄膜抵抗の搭載が要求されることは必然的である。ここで、SOI構造を有する半導体素子上の薄膜抵抗をレーザートリミングする場合を考えてみる。図2に示すような基板7、SiO₂埋込み層6、シリコン層5、BPSG膜およびCo_x膜からなる下地酸化膜4、薄膜抵抗3、Al配線2、プラズマシリコン窒化膜1aおよびTEOS酸化膜1bからなる保護膜1を順次形成したSOI構造の素子において、薄膜抵抗3の抵抗値調整に技術的に確立されたYAGレーザー光(波長1064nm)を用いてレーザートリミングを施す。

【0005】この場合、YAGレーザー光が薄膜抵抗3を透過し下地酸化膜4、シリコン層5、SiO₂埋込み層6にまで達し各層の界面a、b、c、dにおいて反射する。そしてこの反射光が薄膜抵抗3に達し入射光と干

渉を起こし、薄膜抵抗3でのレーザー光のエネルギー吸収率が大きく変動してしまう。そして薄膜抵抗3での吸収されるレーザー光エネルギーの最小値がトリミングに必要なエネルギーよりも小さくなりトリミングができないといった問題が発生する。

【0006】そこで、この問題を解決する方法として特開平3-242966号公報が挙げられる。これは、薄膜抵抗3下の絶縁膜の膜厚を制御して反射光を抑え、薄膜抵抗3でのレーザー光エネルギーの吸収率を安定化するものである。そしてこの方法を利用し、SOI層などの各膜厚を制御することで、薄膜抵抗3でのレーザー光エネルギーの吸収率を安定化することが考えられる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、SOI構造では上述のようにSOI層を構成するシリコン膜5をレーザー光が透過するため、薄膜抵抗3に達する反射光は各界面からの反射光の複雑な干渉光となる。特にSOI層を構成するシリコン膜5においては、その膜厚の変動が約1.5 μ mあり、また、レーザー光に対する周期膜厚が152nmと小さいため、シリコン膜5の膜厚での反射光の制御は非常に困難となる。さらに、下地酸化膜4およびSiO₂埋込み層6下からの反射光がシリコン膜5の膜厚変動の影響を受ける。従って、たとえ下地酸化膜4およびSiO₂埋込み層6の膜厚を制御してそれらからの反射光を制御しても、工程バラツキを考慮すると、シリコン層5の影響があるかぎり薄膜抵抗3への反射光を完全に制御することはできない。そのため、各層の膜厚を制御することで薄膜抵抗3でのレーザー光エネルギーの吸収率の変動を抑えることはかなり困難なものとなってしまふ。

【0008】従って本発明は上記問題点を鑑み、薄膜抵抗体でのレーザー光エネルギーの吸収率の変動を抑えられるレーザートリミング方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】すなわち、上記問題を解決するためになされた本発明によるレーザートリミング技術は、基板上に下層膜および薄膜抵抗体を順次形成するようにした半導体装置の該薄膜抵抗体の抵抗値を調整するレーザートリミング方法であって、該レーザー光は、前記薄膜抵抗体の下層膜の膜厚を d 、屈折率を n とし、また、前記レーザー光の中心波長を λ とし、前記下層膜が前記薄膜抵抗体の前記レーザー光エネルギーの吸収率に与える影響の度合いによって決まる任意の数を K として、 $\Delta\lambda \geq \lambda^2 / K \cdot n d$ となる前記中心波長 λ からの波長幅 $\Delta\lambda$ を有することを特徴としている。

【0010】

【作用】本発明によると、薄膜抵抗体の抵抗値を調整するレーザー光に、薄膜抵抗体の下層膜の膜厚を d 、およびその屈折率を n とし、前記レーザー光の中心波長を λ

とし、また前記下層膜が前記薄膜抵抗体の前記レーザー光エネルギーの吸収率に与える影響の度合いによって決まる任意の数をKとして、該中心波長 λ から $\Delta\lambda \geq \lambda^2 / K \cdot nd$ という波長幅を持たせるようにしているため、前記薄膜抵抗体を透過し、前記下層膜を透過したレーザー光による該下層膜下の界面からの反射光エネルギーの変動を抑えることができる。

【0011】

【実施例】まず、本発明におけるレーザー光の波長幅について説明する。平行平板に入射する入射光強度を I_0 、反射光強度を I_R 、透過光強度を I_T 、吸収された光強度を I_A とすると、反射度 $R_1 = I_R / I_0$ 、透過度 $T_1 = I_T / I_0$ 、吸収度 $A_1 = I_A / I_0$ であり、またエネルギー保存則によって、

【0012】

【数1】 $R_1 + T_1 + A_1 = 1$

という式が成り立つ。そして、平行平板に対してレーザー光が垂直に入射され、透過光がある場合、反射度あるいは透過度を表す式はその分子または分母に正弦関数を含んでいる。そして、その正弦関数の位相には波長が含まれている。もしレーザー光の波長が連続的に変えられるものであるならば、透過度も反射度も共に波状曲線を描くことになる。

【0013】ここで、単色光である波長 λ のレーザー光に波長幅を持たせるようにする。その幅を $2\Delta\lambda$ とする。 $\lambda \pm \Delta\lambda$ 内で平行平板の屈折率を n 一定と考えてよいが、透過度 T は $\theta(\lambda) = 2\pi nd / \lambda$ に依存するから、 $\lambda \pm \Delta\lambda$ における T の値は異なるようになる。 $\Delta\lambda$ に対応する θ の違いを $\Delta\theta$ とすれば、波長幅 $2\Delta\lambda$ を持つ光が入射したときの透過度は、

【0014】

【数2】 $T_{ave} = (1/2\Delta\theta) \int T d\theta$

で与えられる。このときの積分範囲は0から $2\Delta\theta$ である。また、 $\Delta\theta$ は、 $\theta(\lambda - \Delta\lambda) - \theta(\lambda + \Delta\lambda)$ で与えられ、 $\Delta\theta = 4\pi nd \Delta\lambda / \lambda^2$ と表される。従って積分範囲 $2\Delta\theta$ が 2π よりも小さい場合、すなわち、

【0015】

【数3】 $2\Delta\theta = 2 \cdot 4\pi nd \Delta\lambda / \lambda^2 < 2\pi$

のとき、数2式で与えられる T_{ave} は変動する。しかし積分範囲 $2\Delta\theta$ が 2π よりも大きい場合、すなわち、

【0016】

【数4】 $2\Delta\theta = 2 \cdot 4\pi nd \Delta\lambda / \lambda^2 \geq 2\pi$

のとき、数2式より T_{ave} は一定となる。すなわち、この一定となった透過度 T_{ave} を有する透過光が反射されたとすると、その反射光の反射度も一定となる。ここで、例えばSOI層に注目した場合を考えると、SOI層の屈折率を n 、膜厚を d とすると、数4より位相差 $\Delta\theta$ に対応する $\Delta\lambda \geq \lambda^2 / 4\pi nd$ という波長幅をトリミングに使用するレーザー光に持たせるようにすれば、平行平板と考えられるSOI構造を有する半導体素

子の薄膜抵抗に到達する各層からの反射光の反射度は、SOI層の膜厚の影響を受けず、一定となる。

【0017】上記のような波長幅を有するレーザー光を使用し、図1に示すSOI構造を有する半導体素子上に配設された薄膜抵抗体に、レーザートリミングを行った場合のシミュレーション結果を図2に示す。図2は、SOI層5の膜厚を変動させた時のレーザー光の波長幅に対する薄膜抵抗体でのレーザー光エネルギーの吸収率の変動を表す図である。なお、レーザー光は中心波長が1064nmのYAGレーザー光を仮定した。このとき、図1における各層の膜厚を、シリコン窒化膜1aは1.6 μm 、TEOS酸化膜1bは0.8 μm 、CrSiからなる薄膜抵抗3は15nm、下地酸化膜4は工程バラツキを考えた場合(0.9+0.1 μm)の限界値の1つである1.0 μm 、SOI層5は18 μm 、埋込みSiO₂層6は0.92 μm とした。なお、図1の2はA1配線、7はシリコン基板を表す。

【0018】図2には、レーザー光に波長幅 $\Delta\lambda$ が全くない状態、すなわち波長幅に対応する位相差がゼロのときから、波長幅 $\Delta\lambda$ が $\lambda^2 / 4nd$ 、すなわち位相差が π のとき付近までを示し、薄膜抵抗4でのレーザー光エネルギーの最大吸収率と最小吸収率とをそれぞれ A_{max} 、 A_{min} として示す。図より、位相差が π 付近になると薄膜抵抗4でのレーザー光エネルギーの吸収率は約47%に安定することが分かる。

【0019】ここで、薄膜抵抗4におけるレーザー光エネルギーの吸収率において問題になることは吸収率が低くて薄膜抵抗3をトリミングできないことである。従って、最小吸収率がどの程度であればトリミング可能かを知らなければならない。そこで、本発明者らの実験によると薄膜抵抗3でのレーザー光エネルギーのトリミングに必要な最小エネルギー吸収率は、シリコン窒化膜1a、TEOS酸化膜1bを破壊しない程度の大きなエネルギーの場合で、およそ20%であればよいことが分かった。従って、図2より位相差を $\pi/4$ 以上とするようにする。すなわち、数4式より $\Delta\lambda \geq \lambda^2 / 16nd$ とする。このときの最小吸収率は20%を上回る。このようにすれば、レーザー光の波長幅をあまり広げなくてもよくなる。

【0020】以上のように、本実施例によると薄膜抵抗体のレーザートリミングに使用するレーザー光にSOI層の膜厚および屈折率から決定される波長幅を持たせるようにしているため、SOI層を透過した透過光の透過度、すなわち透過光エネルギーは一定となる。そのため、薄膜抵抗体でのレーザー光エネルギー吸収率に最も影響を及ぼすSOI層とその下の絶縁膜との界面での反射度の変動、すなわち反射光エネルギーの変動を抑えることができる。これにより薄膜抵抗体での入射光と反射光との干渉光のエネルギーの変動を抑えることができ、その結果、薄膜抵抗体でのレーザー光エネルギーの吸収

率の変動を抑えることができる。

【0021】上記に示されるレーザー光に波長幅を持たせた薄膜抵抗体のレーザートリミング技術はどのような構造の素子のものにも適用でき、これを用いることで、例えば特開平3-242966に示されるような薄膜抵抗体の下層酸化膜厚の制御によるエネルギー吸収率の安定化を図る必要がなくなり、下層酸化膜厚形成工程を減らすというように工程数を減らすことができるといった効果が得られる。

【0022】また、上記のような単一レーザーを使用するほかに、複数のレーザー光を混合することにより、疑似的に波長幅を広げても同等な効果が得られる。

【0023】

【発明の効果】以上のように本発明によると、薄膜抵抗体の抵抗値を調整するためのレーザー光に該レーザー光の中心波長 λ から $\Delta\lambda \geq \lambda^2 / K \cdot n d$ という波長幅を持たせることにより、前記薄膜抵抗体の下層からの反射光の反射エネルギーの変動を抑えるようにしているため、薄膜抵抗体での入射光と反射光との干渉による干渉光のエネルギー変動を抑えることができる。その結果、薄膜抵抗体でのレーザー光エネルギーの吸収率の変動を抑えることができる。これにより、薄膜抵抗体でのレー*

*レーザー光エネルギーの吸収率の変動を抑えられるレーザートリミング方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

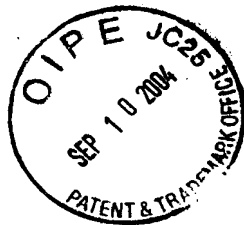
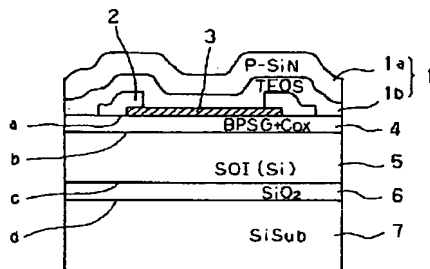
【図1】SOI構造を有し、薄膜抵抗体を備える半導体素子の断面図である。

【図2】薄膜抵抗体でのレーザー光エネルギー吸収率のレーザー光波長幅依存性を表す図である。

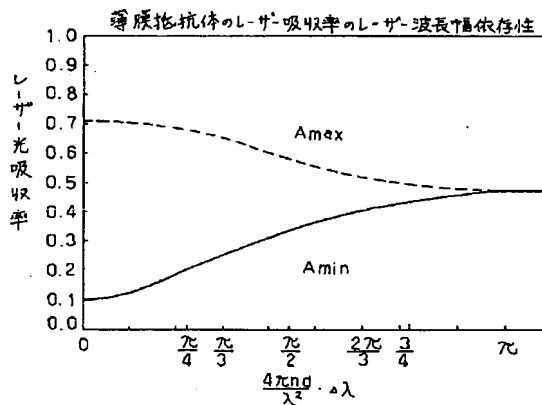
【符号の説明】

- 1 保護膜
- 1 a シリコン窒化膜
- 1 b TEOS酸化膜
- 2 Al配線
- 3 薄膜抵抗
- 4 下地酸化膜
- 5 シリコン層
- 6 埋込みSiO₂
- 7 基板
- 8 高濃度N⁺拡散部
- 9 高濃度N⁺拡散層
- 10 N⁻型基板
- 11 TiW膜

【図1】



【図2】



P-SiN: 1600 nm
SiO₂: 800 nm
CrSi: 15 nm
BPSG: 1000 nm
SOI: 18~19 μm
埋込SiO₂: 920 nm
λ: 1064 nm